



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11098514 A**

(43) Date of publication of application: 09 . 04 . 99

(51) Int. Cl

H04N 7/32  
H04N 5/92

(21) Application number: **09254959**

(22) Date of filing: 19 . 09 . 97

(71) Applicant: **SONY CORP**

(72) Inventor: **ISOZAKI MASAOKI**  
**NAKAGAWA MASAKI**  
**SUZUKI TAKAO**

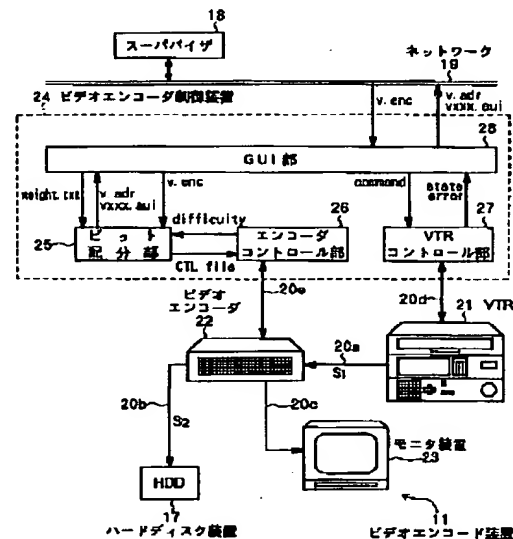
**(54) IMAGE CODER AND ITS METHOD**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the image quality with respect to a limited assigned code amount by improving the coding efficiency of part wrong in temporal or spatial correlation of images in a source to be coded.

**SOLUTION:** A bit allocation section 25 of a video encoder controller 24 acquires difficult degree in coding for each picture obtained by preliminary coding, and detects a block where a ratio of a mean value of difficult degrees in coding of a B picture in a group of picture GOP to a mean value of difficult degrees in coding of an I picture exceeds a 1st prescribed value as a block in which prediction by the B picture is difficult, and changes a picture, where a ratio of the difficult degree in coding of a B picture among B pictures in the block to the difficult degree in coding of an I picture of a GOP to which the picture belongs exceeds a 2nd prescribed value and the difficult degree in coding of the picture exceeds a 3rd prescribed value, into a P picture that is an inter-frame prediction coded picture having a smaller number in the prediction direction.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98514

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 4 N 7/32  
5/92

識別記号

F I

H 0 4 N 7/137  
5/92

Z  
H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-254959

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月19日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 五十崎 正明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72) 発明者 中川 昌己

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72) 発明者 鈴木 隆夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

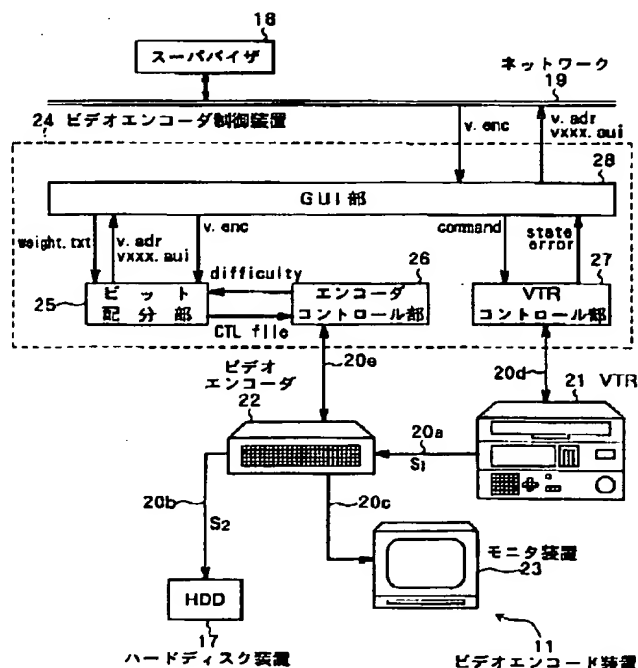
(74) 代理人 弁理士 藤島 洋一郎

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 符号化する素材中の画像の時間的または空間的な相関が悪い部分における符号化効率を向上させて、限られた割り当て符号量に対して、画質を改善できるようにする。

【解決手段】 ビデオエンコーダ制御装置24のビット配分部25は、予備的な符号化によって得られたピクチャ毎の符号化難易度を取得し、GOP内のBピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率が第1の所定値を越える区間を、Bピクチャによる予測が難しい区間として検出し、その区間内のBピクチャのうち、ピクチャの符号化難易度とそのピクチャが属するGOPのIピクチャの符号化難易度の比率が第2の所定値を越え、且つピクチャの符号化難易度が第3の所定値を越えたものについて、ピクチャタイプを、予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャであるPピクチャに変更する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像データを、フレーム内符号化によって符号化されるべきフレーム内符号化ピクチャと、動き補償を併用し、予測方向が 1 方向以上のフレーム間予測符号化によって符号化されるべき 1 種類以上のフレーム間予測符号化ピクチャとを含む複数のピクチャタイプに分け、入力画像データをピクチャ毎にピクチャタイプに応じた符号化方法によって符号化して、符号化データと動き補償のための動きベクトルデータとを生成する符号化手段と、

この符号化手段によって符号化を行う前のピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度を取得し、この符号化難易度に基づいて、少なくとも 1 種類のフレーム間予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合に、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させるように、前記符号化手段を制御する符号化制御手段とを備えたことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】 前記フレーム間予測符号化ピクチャは、予測方向が過去のフレームからの 1 方向となる順方向予測符号化ピクチャと、予測方向が過去および未来のフレームからの 2 方向となる双方向予測符号化ピクチャとを含むことを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 3】 前記符号化制御手段は、前記双方向予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合に、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは順方向予測符号化ピクチャに変更させるように、前記符号化手段を制御することを特徴とする請求項 2 記載の画像符号化装置。

【請求項 4】 前記符号化制御手段は、フレーム内符号化ピクチャを含む所定枚数のピクチャを含む符号化処理単位のうち、双方向予測符号化ピクチャの符号化難易度の平均値とフレーム内符号化ピクチャの符号化難易度との比率が第 1 の所定値を越えた符号化処理単位内において、双方向予測符号化ピクチャの符号化難易度とフレーム内符号化ピクチャの符号化難易度との比率が第 2 の所定値を越え、且つ双方向予測符号化ピクチャの符号化難易度が第 3 の所定値を越えるという条件を満たす双方向予測符号化ピクチャを、フレーム内符号化ピクチャまたは順方向予測符号化ピクチャに変更させるように、前記符号化手段を制御することを特徴とする請求項 3 記載の画像符号化装置。

【請求項 5】 前記符号化難易度は、前記符号化手段による正式な符号化を行う前の予備的な符号化によって得られることを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 6】 入力画像データを、フレーム内符号化に

よって符号化されるべきフレーム内符号化ピクチャと、動き補償を併用し、予測方向が 1 方向以上のフレーム間予測符号化によって符号化されるべき 1 種類以上のフレーム間予測符号化ピクチャとを含む複数のピクチャタイプに分け、入力画像データをピクチャ毎にピクチャタイプに応じた符号化方法によって符号化して、符号化データと動き補償のための動きベクトルデータとを生成する画像符号化方法であって、

符号化を行う前のピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度を取得する符号化難易度取得手順と、

この符号化難易度取得手順によって取得した符号化難易度に基づいて、少なくとも 1 種類のフレーム間予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合には、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させる処理を行うピクチャタイプ変更処理手順と、

このピクチャタイプ変更処理手順による処理の実行後のピクチャタイプに従って、入力画像データを符号化する符号化手順を含むことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 7】 前記フレーム間予測符号化ピクチャは、予測方向が過去のフレームからの 1 方向となる順方向予測符号化ピクチャと、予測方向が過去および未来のフレームからの 2 方向となる双方向予測符号化ピクチャとを含むことを特徴とする請求項 6 記載の画像符号化方法。

【請求項 8】 前記ピクチャタイプ変更処理手順は、双方向予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合に、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは順方向予測符号化ピクチャに変更させることを特徴とする請求項 7 記載の画像符号化方法。

【請求項 9】 前記ピクチャタイプ変更処理手順は、フレーム内符号化ピクチャを含む所定枚数のピクチャを含む符号化処理単位のうち、双方向予測符号化ピクチャの符号化難易度の平均値とフレーム内符号化ピクチャの符号化難易度との比率が第 1 の所定値を越えた符号化処理単位内において、双方向予測符号化ピクチャの符号化難易度とフレーム内符号化ピクチャの符号化難易度との比率が第 2 の所定値を越え、且つ双方向予測符号化ピクチャの符号化難易度が第 3 の所定値を越えるという条件を満たす双方向予測符号化ピクチャを、フレーム内符号化ピクチャまたは順方向予測符号化ピクチャに変更させることを特徴とする請求項 8 記載の画像符号化方法。

【請求項 10】 前記符号化難易度は、前記符号化手段による正式な符号化を行う前の予備的な符号化によって得られることを特徴とする請求項 6 記載の画像符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像データを符号化する画像符号化装置および方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】近年、大容量のデジタルデータを記録可能な光ディスクであるDVD（デジタル・バーサタイル・ディスクまたはデジタル・ビデオ・ディスク）が実用化されている。DVDのうち、ビデオデータ等を記録するDVDビデオでは、MPEG（Moving Picture Experts Group）2規格で圧縮された画像データを記録するようになっている。

【0003】MPEG 2規格では、符号化方式として、動き補償を併用した双方向予測符号化方式を採用している。この符号化方式では、DCT（離散コサイン変換）と画像の時間的および空間的な相関を用いて空間方向の冗長度および時間方向の冗長度の除去を行うことによって、効率の良い圧縮符号化を可能としている。双方向予測符号化方式では、フレーム（ピクチャ）内だけで符号化するフレーム内符号化、過去のフレームから現在のフレームを予測することによって符号化するフレーム間順方向予測符号化、過去および未来のフレームから現在のフレームを予測することによって符号化する双方向予測符号化の3つのタイプの符号化が行われる。この符号化方式では、フレーム内符号化によって符号化されるピクチャをIピクチャ（intra coded picture）、フレーム間順方向予測符号化によって符号化されるピクチャをPピクチャ（predictive coded picture）、双方向予測符号化によって符号化されるピクチャをBピクチャ（bidirectionally predictive coded picture）と呼ぶ。また、必ずIピクチャを一つ以上含むようにI、P、Bの各ピクチャを適切に組み合わせて、ランダムアクセスの単位となるGOP（Group of picture）が構成される。

【0004】ここで、図16を参照して、GOPの構造について説明する。図16において、I、P、Bは、それぞれIピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャを表している。なお、他の図においても同様である。図16（a）は、GOPの構成の一例を表示順に示したものである。この例では、15枚のピクチャによってGOPが構成され（GOPを構成するピクチャ数 $N=15$ ）、1GOP内に1枚のIピクチャが含まれ、IピクチャまたはPピクチャの現れる周期（M）は3であり、隣り合うIまたはPピクチャ間に2つのBピクチャが挿入されている。表示順では、GOPの先頭は、Iピクチャの前の最初のPピクチャまたはIピクチャの次のピクチャであり、GOPの最後は、次のIピクチャの前の最初のPピクチャである。図16（a）において、矢印は、予測方向を表している。図16（b）は、同じGOPの構成を、符号化順に示したものである。このように、符号化の際には、Bピクチャの符号化の前に、Bピクチャの予測の際に参照するIピクチャまたはPピクチャが符号されるように、ピクチャの並べ替えが行われる。

【0005】ところで、圧縮された画像情報を、DVD、ビデオCD（コンパクト・ディスク）等のパッケージメディアに蓄積させる符号化システムでは、一般に、いわゆる2パスエンコーディング方式が採用されている。この2パスエンコーディング方式では、最初に、予備的な符号化を行って、符号化する素材の画像の符号化の難易度を表す符号化難易度を測定し、その符号化難易度に基づいて、与えられた符号量に収まるように、各ピクチャごとに符号量の配分を行って正式な符号化を行う。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、MPEG 2規格で採用している動き補償を併用した双方向予測符号化方式によって生成されるデータには、実際のDCT係数に関わる符号化データと、動き補償のための動きベクトルデータとが含まれる。

【0007】ところが、この動き補償を併用した双方向予測符号化方式では、符号化する素材中の画像の時間的または空間的な相関が悪い部分においては、予測が当たらないため、実際のDCT係数に関わる符号化データのデータ量に比べて、非常に多くの動きベクトルデータが発生する。特に、Bピクチャにおいて時間的に前後（過去および未来）のピクチャを参照した場合には、順方向予測の場合の約2倍のデータ量の動きベクトルデータが発生する。そのため、動きベクトルデータのデータ量が、そのピクチャにおける全データ量の半分以上となることもある。そのような部分では、限られた割り当て符号量（データ量）の中で、実際のDCT係数に関わる符号化データのデータ量が抑えられてしまうため、符号化効率が著しく低下し、その結果、画質が劣化するという問題点があった。

【0008】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、符号化する素材中の画像の時間的または空間的な相関が悪い部分における符号化効率を向上させて、限られた割り当て符号量に対して、画質を改善できるようにした画像符号化装置および方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の画像符号化装置は、入力画像データを、フレーム内符号化によって符号化されるべきフレーム内符号化ピクチャと、動き補償を併用し、予測方向が1方向以上のフレーム間予測符号化によって符号化されるべき1種類以上のフレーム間予測符号化ピクチャとを含む複数のピクチャタイプに分け、入力画像データをピクチャ毎にピクチャタイプに応じた符号化方法によって符号化して、符号化データと動き補償のための動きベクトルデータとを生成する符号化手段と、この符号化手段によって符号化を行う前のピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度を取得し、この符号化難易度に基づいて、少なくとも1種類のフレーム間

予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合に、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させるように、符号化手段を制御する符号化制御手段とを備えたものである。

【0010】本発明の画像符号化方法は、入力画像データを、フレーム内符号化によって符号化されるべきフレーム内符号化ピクチャと、動き補償を併用し、予測方向が1方向以上のフレーム間予測符号化によって符号化されるべき1種類以上のフレーム間予測符号化ピクチャを含む複数のピクチャタイプに分け、入力画像データをピクチャ毎にピクチャタイプに応じた符号化方法によって符号化して、符号化データと動き補償のための動きベクトルデータとを生成する画像符号化方法であって、符号化を行う前のピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度を取得する符号化難易度取得手順と、この符号化難易度取得手順によって取得した符号化難易度に基づいて、少なくとも1種類のフレーム間予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合には、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させる処理を行うピクチャタイプ変更処理手順と、このピクチャタイプ変更処理手順による処理の実行後のピクチャタイプに従って、入力画像データを符号化する符号化手順とを含むものである。

【0011】本発明の画像符号化装置では、符号化制御手段によって、符号化を行う前のピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度が取得され、この符号化難易度に基づいて、少なくとも1種類のフレーム間予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かが判断され、符号化難易度が所定の条件を満たす場合には、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させるように、符号化手段が制御され、符号化手段によって、入力画像データがピクチャ毎にピクチャタイプに応じた符号化方法によって符号化され、符号化データと動き補償のための動きベクトルデータとが生成される。

【0012】本発明の画像符号化方法では、符号化難易度取得手順によって、入力画像データの符号化が行われる前の符号化難易度が取得され、ピクチャタイプ変更処理手順によって、符号化難易度に基づいて、少なくとも1種類のフレーム間予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合には、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させる処理が行われ、この処理の実行後のピクチャタイプに従っ

て、符号化手順によって、入力画像データが符号化される。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図2は、本実施の形態に係る画像符号化装置としてのビデオエンコード装置を含むDVD用のオーサリング装置の構成を示すブロック図である。このオーサリング装置10は、ビデオ（画像）データを入力し、圧縮符号化するビデオエンコード装置11と、オーディオデータを入力し、圧縮符号化するオーディオエンコード装置12と、字幕等の静止画像データを入力し、符号化するサブピクチャエンコード装置13と、メニュー画面のビデオデータを符号化するメニューエンコード装置14と、これらの符号化されたデータをDVD規格に即した順序で多重化するマルチプレクサ15と、多重化処理後のデータをディスク製造工程に渡すために所定の記録媒体に記録するストリーマ16と、各エンコード装置11～14、マルチプレクサ15およびストリーマ16に接続された、例えばRAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) 構成のハードディスク装置(HDD)17と、ネットワーク19を介して、上記各構成要素に接続され、これらの動作を管理するスーパーバイザ18とを備えている。

【0014】ここで、上述のオーサリング装置10の動作の概略について説明する。スーパーバイザ18は、ビデオエンコード装置11、オーディオエンコード装置12、サブピクチャエンコード装置13およびメニューエンコード装置14に符号化処理の開始を指示する。各エンコード装置11～14は、この指示により符号化処理を開始する。その結果得られるデータは、スーパーバイザ18から指示されたハードディスク装置17の記憶領域に順次格納される。各エンコード装置11～14における符号化処理が終了すると、マルチプレクサ15において多重化処理を行う。

【0015】マルチプレクサ15は、スーパーバイザ18の指示により、ハードディスク装置17の記憶領域から、符号化によって得られたデータを読み出し、これをDVD規格に即した順序で多重化し、その結果得られる多重化データを、スーパーバイザ18に指示されたハードディスク装置17の記憶領域に順次格納する。また、ストリーマ16は、ディスク製造工程に多重化処理後のデータを渡すために、スーパーバイザ18の指示によりハードディスク装置17の記憶領域から多重化データを読み出し、これを所定のテープ状の記録媒体に順次記録する。スーパーバイザ18は、ストリーマ16から記録終了の通知を受信すると、記録処理が終了したとして記録用データの作成を終了する。

【0016】図1は、本実施の形態に係る画像符号化装置としてのビデオエンコード装置11の構成を示すブロック図である。このビデオエンコード装置11は、例え

ばVTR（ビデオテープレコーダ）21にケーブル20aを介して接続されると共に、ハードディスク装置17に例えばSCSI（Small Computer System Interface）を用いたケーブル20bを介して接続され、VTR21より出力されるビデオデータ $S_1$ を、MPEG2規格による動き補償を併用した双方向予測符号化方式によって圧縮符号化して、圧縮画像データ $S_2$ をハードディスク装置17に出力する符号化手段としてのビデオエンコーダ22と、このビデオエンコーダ22にケーブル20cを介して接続され、ビデオエンコーダ22による圧縮処理結果を表示するためのモニタ装置23と、ネットワーク19を介してスーパーバイザ18に接続されると共に、VTR21、ビデオエンコーダ22にそれぞれ、例えばRS-422規格のケーブル20d、例えばイーサネットを用いたケーブル20eを介して接続され、VTR21およびビデオエンコーダ22を制御する符号化制御手段としてのビデオエンコーダ制御装置24とを備えている。なお、VTR21からビデオエンコーダ22に対しては、ビデオデータ $S_1$ と共に、タイムコードと同期信号も送られるようになっている。

【0017】ビデオエンコーダ制御装置24は、符号化処理におけるビット配分計算を行うビット配分部25と、ビデオエンコーダ22を制御するエンコーダコントロール部26と、VTR21を制御するVTRコントロール部27と、ユーザインタフェースの制御を行うと共に、ネットワーク19を介してスーパーバイザ18に接続され、ビット配分部25とVTRコントロール部27を管理するグラフィカルユーザインタフェース（以下、GUI（Graphical User Interface）という。）部28とを有している。なお、ビット配分部25、エンコーダコントロール部26、VTRコントロール部27およびGUI部28は、それぞれ所定のプログラムによって実現されるようになっている。

【0018】図1において、スーパーバイザ18およびビデオエンコーダ制御装置24は、それぞれコンピュータによって実現される。

【0019】図1に示した構成において、スーパーバイザ18は、DVDのオーサリングシステム全体の管理を行い、ビデオ、オーディオ、サブピクチャおよびメニュー用の各エンコード装置11～14に符号化条件を与えて、各エンコード装置11～14より符号化結果の報告を受けるようになっている。図1に示した例では、スーパーバイザ18は、ビデオエンコーダ制御装置24のGUI部28に対して、ファイルv.encによってビデオデータの符号化条件を指定し、ビデオエンコーダ制御装置24のGUI部28は、スーパーバイザ18に対して、符号化結果のビットストリームが書き込まれたハードディスク装置17上のアドレスを示すアドレスデータv.adrと、ビットストリームを多重化する際に必要な多重化用データvxxx.auiを報告するようになっている。

【0020】ビデオエンコーダ制御装置24内において、GUI部28は、ビット配分部25に対してファイルv.encを与え、ビット配分部25は、GUI部28に対してアドレスデータv.adr および多重化用データvxxx.auiを与えるようになっている。GUI部28は、ビット配分部25に対して、更に、後述するカスタマイズにおけるビット配分のための重み付けファイルweight.txtを与えるようになっている。

【0021】ビット配分部25は、エンコーダコントロール部26に対して、ビット配分計算の結果に基づくビデオエンコーダ22の制御条件を、コントロールファイルCTL fileとして与え、エンコーダコントロール部26は、ビット配分部25に対して、後述する符号化難易度を表す符号化難易度データdifficultyを与えるようになっている。

【0022】GUI部28は、VTRコントロール部27に対して、VTR21を動作させるための各種コマンドcommandを与え、VTRコントロール部27は、GUI部28に対して、VTR21の各種の状態を表すステータスデータstateとVTR21の異常を表すエラーデータerrorを与えるようになっている。

【0023】図3は、ビデオエンコーダ22の構成の一例を示すブロック図である。この図に示したビデオエンコーダ22は、入力ビデオデータ $S_1$ を入力し、符号化する順番に従ってピクチャ（Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャ）の順番を並べ替える画像並べ替え回路31と、この画像並べ替え回路31の出力データを入力し、フレーム構造かフィールド構造かを判別し、判別結果に応じた走査変換および16×16画素のマクロブロック化を行う走査変換・マクロブロック化回路32と、この走査変換・マクロブロック化回路32の出力データに基づいて、符号化の対象となるピクチャの注目マクロブロックと、参照されるピクチャにおいて注目マクロブロックとの間の画素値の差分の絶対値和あるいは自乗和が最小となるマクロブロックを探して、動きベクトルを検出して、動きベクトルデータを出力する動き検出回路33とを備えている。

【0024】ビデオエンコーダ22は、更に、走査変換・マクロブロック化回路32の出力データと予測画像データとの差分をとる減算回路34と、この減算回路34の出力データに対して、DCTブロック単位でDCTを行い、DCT係数を出力するDCT回路35と、このDCT回路35の出力データを量子化する量子化回路36と、この量子化回路36の出力データを可変長符号化して符号化データを生成する共に、この符号化データと動き検出回路33より出力される動きベクトルデータ等の付帯データとを多重化して出力する可変長符号化回路37と、この可変長符号化回路37の出力データを一旦保持し、ビットストリームからなる圧縮画像データ $S_2$ として出力するバッファメモリ38と、量子化回路36の

出力データを逆量子化する逆量子化回路 39 と、この逆量子化回路 39 の出力データに対して逆 DCT を行う逆 DCT 回路 40 と、この逆 DCT 回路 40 の出力データと予測画像データとを加算して出力する加算回路 41 と、この加算回路 41 の出力データを保持し、動き検出回路 33 より出力される動きベクトルデータに応じて動き補償を行って予測画像データを減算回路 34 および加算回路 41 に出力する動き補償回路 42 と、量子化回路 36 における量子化特性値に対応する量子化インデックスを決定し、量子化回路 36 に与える量子化インデックス決定部 43 とを備えている。

【0025】画像並べ替え回路 31 は、エンコーダコントロール部 26 からピクチャタイプの情報  $S_3$  を受け取り、この情報  $S_3$  に従ってピクチャの順番を並べ替えるようになっている。バッファメモリ 38 は、発生ビット量の情報  $S_5$  をエンコーダコントロール部 26 と量子化インデックス決定部 43 とに出力するようになっている。量子化インデックス決定部 43 は、エンコーダコントロール部 26 から各ピクチャへの割り当てビット量の情報  $S_4$  を受け取り、この情報  $S_4$  とバッファメモリ 38 からの発生ビット量の情報  $S_5$  とに基づいて、発生ビット量が割り当てビット量に近づくように量子化インデックスを決定するようになっている。

【0026】ここで、図 3 に示したビデオエンコーダ 2 の動作について簡単に説明する。入力ビデオデータ  $S_1$  は、まず、画像並べ替え回路 31 に入力され、この画像並べ替え回路 31 によって、ピクチャタイプの情報  $S_3$  に従ってピクチャタイプを決定して、符号化する順番に従ってピクチャ（I ピクチャ、P ピクチャ、B ピクチャ）の順番を並べ替える。画像並べ替え回路 31 の出力データは、走査変換・マクロブロック化回路 32 に入力される。走査変換・マクロブロック化回路 32 は、フレーム構造かフィールド構造かを判別し、判別結果に応じた走査変換およびマクロブロック化を行う。走査変換・マクロブロック化回路 32 の出力データは、動き検出回路 33 および減算回路 34 に送られる。動き検出回路 33 は、動きベクトルを検出して、動きベクトルデータを動き補償回路 42 および可変長符号化回路 37 に送る。

【0027】I ピクチャの場合には、減算回路 34 において予測画像データとの差分をとることなく、走査変換・マクロブロック化回路 32 の出力データをそのまま DCT 回路 35 に入力して DCT を行い、量子化回路 36 によって DCT 係数を量子化し、可変長符号化回路 37 によって量子化回路 36 の出力データを可変長符号化し、バッファメモリ 38 によって可変長符号化回路 37 の出力データを一旦保持し、ビットストリームからなる圧縮画像データ  $S_2$  として出力する。また、逆量子化回路 39 によって量子化回路 36 の出力データを逆量子化し、逆 DCT 回路 40 によって逆量子化回路 39 の出力データに対して逆 DCT を行い、逆 DCT 回路 40 の出

力データを加算回路 41 を介して動き補償回路 42 に入力して保持させる。

【0028】P ピクチャの場合には、動き補償回路 42 によって、保持している過去の I ピクチャまたは P ピクチャに対応する画像データと動き検出回路 33 からの動きベクトルデータとに基づいて予測画像データを生成し、予測画像データを減算回路 34 および加算回路 41 に出力する。また、減算回路 34 によって、走査変換・マクロブロック化回路 32 の出力データと動き補償回路 42 からの予測画像データとの差分をとり、DCT 回路 35 によって DCT を行い、量子化回路 36 によって DCT 係数を量子化し、可変長符号化回路 37 によって量子化回路 36 の出力データを可変長符号化すると共に動きベクトルデータを多重化し、バッファメモリ 38 によって可変長符号化回路 37 の出力データを一旦保持し圧縮画像データ  $S_2$  として出力する。また、逆量子化回路 39 によって量子化回路 36 の出力データを逆量子化し、逆 DCT 回路 40 によって逆量子化回路 39 の出力データに対して逆 DCT を行い、加算回路 41 によって逆 DCT 回路 40 の出力データと予測画像データとを加算し、動き補償回路 42 に入力して保持させる。

【0029】B ピクチャの場合には、動き補償回路 42 によって、保持している過去および未来の I ピクチャまたは P ピクチャに対応する 2 つの画像データと動き検出回路 33 からの 2 つの動きベクトルとに基づいて予測画像データを生成し、予測画像データを減算回路 34 および加算回路 41 に出力する。また、減算回路 34 によって、走査変換・マクロブロック化回路 32 の出力データと動き補償回路 42 からの予測画像データとの差分をとり、DCT 回路 35 によって DCT を行い、量子化回路 36 によって DCT 係数を量子化し、可変長符号化回路 37 によって量子化回路 36 の出力データを可変長符号化すると共に動きベクトルデータを多重化し、バッファメモリ 38 によって可変長符号化回路 37 の出力データを一旦保持し圧縮画像データ  $S_2$  として出力する。なお、B ピクチャは動き補償回路 42 に保持させない。

【0030】バッファメモリ 38 は、発生ビット量の情報  $S_5$  をエンコーダコントロール部 26 と量子化インデックス決定部 43 とに出力する。量子化インデックス決定部 43 は、エンコーダコントロール部 26 からの各ピクチャへの割り当てビット量の情報  $S_4$  とバッファメモリ 38 からの発生ビット量の情報  $S_5$  とに基づいて、発生ビット量が割り当てビット量に近づくように量子化インデックスを決定し、量子化回路 36 に与える。

【0031】次に、図 4 を参照して、本実施の形態に係る画像符号化装置としてのビデオエンコード装置 11 の動作について説明する。なお、以下の説明は、本実施の形態に係る画像符号化方法の説明を兼ねている。ここでは、2 パスエンコーディング方式によって符号化する場合について説明する。2 パスエンコーディング方式で



は、最初に、予備的な符号化処理を行って、符号化する素材の画像の符号化の難易度を表す符号化難易度を測定し、その符号化難易度に基づいて、与えられた符号量に収まるように、各ピクチャごとに符号量の配分を行って正式な符号化処理を行う。

【0032】ビデオエンコード装置11は、始めに、ビデオエンコード制御装置24のGUI部28によって、ネットワーク19経由で、スーパーバイザ18に対して、DVD等のディスクの容量の中からビデオデータに割り当てられたビット総量や最大ビットレート等の符号化条件を取りに行く。この符号化条件は、ファイルv.encによって、スーパーバイザ18よりGUI部28に与えられ、更に、ビット配分部25に与えられ、ビット配分部25において符号化条件が設定される(ステップS101)。

【0033】次に、ビデオエンコード装置11は、予備的な1パス目の符号化処理を行って、符号化難易度の測定を行う(ステップS102)。この予備的な符号化処理では、GUI部28がVTRコントロール部27にコマンドcommandを与え、このコマンドcommandに基づいて、VTRコントロール部27がVTR21を制御して、磁気テープよりビデオデータS<sub>1</sub>を再生させる。このビデオデータS<sub>1</sub>は、ビデオエンコード22に入力される。ビデオエンコード22は、エンコードコントロール部26の制御により、ビデオデータS<sub>1</sub>の圧縮符号化を行う。予備的な符号化処理では、ビデオエンコード22における符号化の際の量子化ステップ数を固定値に設定した条件で符号化処理を行い、発生ビット量を測定する。動きが多く、高い周波数成分が多い画像では、発生ビット量が大きくなり、静止画や平坦な部分が多い画像では発生ビット量が少なくなる。従って、予備的な符号化処理における発生ビット量は、符号化する素材の画像の符号化の難易度を表すものと言える。そこで、本実施の形態では、この発生ビット量を、符号化難易度として測定する。なお、ビデオエンコード22における符号化処理によって発生されるデータには、実際のDCT係数に関わる符号化データ(以下、単に符号化データとも言う。)と、動き補償のための動きベクトルデータとが含まれる。従って、発生データ量は、符号化データのデータ量と動きベクトルデータのデータ量とを合わせたものとなる。符号化難易度の情報は、発生ビット量の情報S<sub>5</sub>としてビデオエンコード22よりエンコードコントロール部26に与えられ、更に、符号化難易度データdifficultyとしてエンコードコントロール部26よりビット配分部25に与えられる。

【0034】次に、ビット配分部25は、与えられた符号化条件を基に、各ピクチャの符号化難易度に応じて、各ピクチャへ割り当てビット量を配分するためのビット配分計算を行う(ステップS103)。ビット配分計算については、後で詳しく説明する。ビット配分計算の結

果に基づくビデオエンコード22の制御条件は、コントロールファイルCTL fileとして、ビット配分部25よりエンコードコントロール部26に与えられる。

【0035】次に、ビデオエンコード装置11は、ビット配分計算の結果に基づくビデオエンコード22の制御条件に従って、プレビューの処理を行う(ステップS104)。このプレビューの処理は、使用者が任意の処理範囲を指定してビデオデータを圧縮符号化し、得られたデータを、ハードディスク装置17に出力せずに、ビデオエンコード22内部のデコーダ(復号化器)によって復号化してモニタ装置23によって表示させる処理である。使用者は、このモニタ装置23に表示された画像の画質を評価し(ステップS105)、画質に満足しない場合(NG)には、カスタマイズ処理を行う(ステップS106)。このカスタマイズ処理は、画質に問題のある部分のビットレートを上げたり、符号化の前に施す時間的、空間的なフィルタのフィルタレベルを調整するといった部分的に符号化の条件を変更する処理である。ビデオエンコード制御装置24のGUI部28は、カスタマイズ処理における使用者の操作に応じて、符号化難易度を補正する重み付けファイルweight.txtを作成し、ビット配分部25に与える。ビット配分部25は、この重み付けファイルweight.txtに基づいて、ビット配分を再計算する(ステップS107)。ビット配分再計算後のビデオエンコード22の制御条件は、コントロールファイルCTL fileとして、ビット配分部25よりエンコードコントロール部26に与えられる。そして、ビデオエンコード装置11の動作は、ステップS104のプレビューの処理に戻る。

【0036】一方、使用者は、プレビューの処理の結果、画質に満足した場合(OK)は、正式な符号化処理の実行を指示し、これにより、正式な符号化処理が実行される(ステップS108)。この符号化処理では、GUI部28がVTRコントロール部27にコマンドcommandを与え、このコマンドcommandに基づいて、VTRコントロール部27がVTR21を制御して、磁気テープよりビデオデータS<sub>1</sub>を再生させる。このビデオデータS<sub>1</sub>は、ビデオエンコード22に入力される。ビデオエンコード22は、エンコードコントロール部26の制御により、ビデオデータS<sub>1</sub>の圧縮符号化を行う。正式な符号化処理では、ステップS103またはステップS107によるビット配分計算後のビデオエンコード22の制御条件に従って、エンコードコントロール部26によって、ビデオエンコード22が制御されて、ビデオデータS<sub>1</sub>が圧縮符号化される。圧縮符号化によって得られた圧縮画像データS<sub>2</sub>は、ハードディスク装置17に記録される。この圧縮符号化後、ビデオエンコード制御装置24は、符号化処理結果(アドレスデータv. adrおよび多重化用データvxxx. au)をネットワーク19を介して、スーパーバイザ18に報告する後処理



を行い(ステップS109)、ビデオエンコード装置11による符号化作業が終了する。

【0037】なお、図4に示した動作のうち、ステップS101、S103、S105、S106、107、109は、コンピュータ(ビデオエンコーダ制御装置24)上のオフライン処理である。

【0038】次に、図5を参照して、図4におけるビット配分計算(ステップS103)について詳細に説明する。このビット配分計算の概略は、スーパーバイザ18より与えられたビット総量QTY BYTESと最大ビットレートMAXRATEとに基づいて、最大ビットレート以下になるように制限を加えた総ビット量USB BYTESを求め、この値からGOPヘッダに必要なビット量TOTAL HEADERを引いて、各ピクチャへの割り当てビット量の総和の目標値となるビット量SUPPLY BYTESを算出し、このビット量SUPPLY BYTESの大きさの範囲内に収まるように、各ピクチャへの割り当てビット量targetを配分することである。

【0039】具体的には、ビット配分部25は、始めに、ファイルv.encによって、GUI部28を介してスーパーバイザ18より、ビット総量QTY BYTES、最大ビットレートMAXRATE等の符号化条件を入力する(ステップS201)。次に、ビット配分部25は、エンコーダコントロール部26より符号化難易度データdifficultyを入力する(ステップS202)。

【0040】次に、ビット配分部25は、シーンチェンジ検出および処理を行う(ステップS203)。すなわち、ビデオエンコーダ制御装置24は、符号化難易度を測定する際に、各画像の直流(DC)成分の値や動きベクトルデータのデータ量の大きさ等のパラメータも併せて測定し、それらのパラメータの変化量から、シーンが変化するポイントを見つけることが可能であり、ビット配分部25は、これを用いてシーンチェンジの検出およびその処理を行う。

【0041】ここで、図6を参照して、シーンチェンジ検出および処理について詳しく説明する。シーンチェンジとは、場面が切り換わることである。MPEG2規格による動き補償を併用した双方向予測符号化方式によって圧縮符号化処理を行う場合には、このシーンチェンジのフレームがPピクチャに設定されると画質が劣化する。そこで、シーンチェンジ検出および処理では、Pピクチャがシーンチェンジのフレームに設定されたことを検出し、そのPピクチャをIピクチャに変更する処理を行う。図6(a)は、GOPの構成の一例を表示順に示したものであり、ここでは、符号70で示したPピクチャがシーンチェンジのフレームに設定されている。そのため、シーンチェンジ検出および処理では、図6(b)に示したように、このPピクチャをIピクチャに変更する。

【0042】なお、シーンチェンジのフレームは、例えば、ビデオエンコーダ制御装置24によって、符号化難

易度の測定の際に、Iピクチャ、Pピクチャについて、輝度レベルの直流レベル、動き補償で用いる差分データの加算値をビデオエンコーダ22から取得し、これら直流レベルや差分データの加算値により検出することができる。

【0043】また、シーンチェンジ検出および処理と同様に、フラッシュの検出および処理を行うこともできる。ここで言うフラッシュとは、例えば写真撮影のフラッシュが点灯したような場合で、フラッシュのフレームを間に挟んで、前後のフレームで連続性が維持されている場合である。フラッシュの検出および処理では、このフラッシュを検出し、フラッシュの次のフレームをIピクチャに変更する。

【0044】次に、ビット配分部25は、チャプタ処理を行う(ステップS204)。DVDプレイヤーでのチャプタサーチ時には、特定されないピクチャからチャプタへジャンプしてくるが、チャプタ処理は、その場合でも、再生画像の乱れがないように、チャプタの位置が必ずGOPの先頭になるようにピクチャタイプを変更する処理である。

【0045】ここで、図7を参照して、チャプタ処理の一例について説明する。図7(a)は、GOPの構成の一例を表示順に示したものであり、ここでは、符号70で示したPピクチャがチャプタのフレームに指定されている。この場合、チャプタ処理では、Pピクチャ70をIピクチャに変更すると共に、チャプタの直前のBピクチャ71をPピクチャに変更して、チャプタの前後のフレームにおいて、チャプタの前後に予測フレームが跨らないようにBピクチャ、Pピクチャを設定する。

【0046】次に、ビット配分部25は、符号化難易度に基づいて、少なくとも1種類のフレーム間予測符号化ピクチャ(Pピクチャ、Bピクチャ)に関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合に、ピクチャタイプをフレーム内符号化ピクチャ(Iピクチャ)または予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャ(Pピクチャ)に変更するピクチャタイプの変更処理を行う(ステップS205)。このピクチャタイプの変更処理については、後で詳しく説明する。

【0047】なお、ステップS203ないしステップS205の各処理によって決定されたピクチャタイプの情報は、後に、エンコーダコントロール部26より、ピクチャタイプの情報S<sub>3</sub>として、ビデオエンコーダ22の画像並べ替え回路31に与えられ、ビデオエンコーダ22では、ステップS203ないしステップS205の各処理によって決定されたピクチャタイプに従って符号化処理が行われることになる。

【0048】次に、ビット配分部25は、符号化難易度の補間および補正処理を行う(ステップS206)。すなわち、ステップS203ないしステップS205の各

10

20

30

40

50

処理によってピクチャタイプが変更されると、符号化難易度を測定した際のピクチャタイプと正式な符号化処理を行う際のピクチャタイプとが異なってしまうため、符号化難易度の補間および補正処理では、ピクチャタイプが変更されたフレームに関して、例えば近接したフレームの符号化難易度の値を利用して、符号化難易度の値が変更後のピクチャタイプに応じた値となるように、符号化難易度の補間または補正を行う。

【0049】次に、ビット配分部25は、補間および補正処理後の符号化難易度と、スーパーバイザ18より与えられたビット総量QTY BYTES等に基づいて、各ピクチャへの割り当てビット量targetを計算する(ステップS207)。次に、ビット配分部25は、計算した割り当てビット量targetに基づいて、圧縮画像データを記録する\*

$$\text{USB BYTES} = \min(\text{QTY BYTES}, \text{MAXRATE} \times \text{KT} \times \text{total frame number}) \dots (1)$$

【0052】式(1)において、KTは定数であり、NTSC方式の場合は $\text{KT} = 1/8 \text{ (bits)} / 30 \text{ (Hz)}$ 、PAL方式の場合は $\text{KT} = 1/8 \text{ (bits)} / 25 \text{ (Hz)}$ である。total frame numberは、符号化する素材のフレーム総数である。min(s,t)は、sとtのうちで小さい方を選択する関数である。

【0053】次に、式(2)で示すように、式(1)で求めたUSB BYTESから、GOPヘッダに必要なビット量TOTAL HEADERを引いて、各ピクチャへの割り当てビット量の総和の目標値となるビット量SUPPLY BYTESを算出する。

【0054】

$$\text{SUPPLY BYTES} = \text{USB BYTES} - \text{TOTAL HEADER} \dots (2)$$

【0055】本例では、式(2)で求めたビット量SUPPLY BYTESを、まず、GOP単位に配分し、その後、各GOP内で各ピクチャの符号化難易度に応じて配分するものとする。ここでは、各GOP毎の符号化難易度の和gop diffに応じて、符号化する際のGOP単位のビット割当量gop targetを配分している。図8は、この符号化難易度の和gop diffとGOP単位のビット割当量gop ta※

$$A = (\text{SUPPLY BYTES} - \text{gop minbytes} \times n) / \text{DIFFICULTY SUM} \dots (5)$$

【0063】GOP単位のビット割り当て量gop targetは上述の評価関数より、次の式(6)で表される。

$$\text{gop target} = A \times \text{gop diff} + B \dots (6)$$

【0065】この式(6)中のAは式(5)で与えられ、Bはgop minbytesである。

【0066】次に、式(6)で求めたGOP単位のビ★

$$\text{target}(k) = \text{gop target} \times \text{difficulty}(k) / \text{gop diff} \dots (7)$$

【0068】なお、式(7)において、kはGOP内のピクチャ数を越えない任意の値とし、target(k)はk番目のピクチャの割り当てビット量、difficulty(k)はk番目のピクチャの符号化難易度を表す。

【0069】このようにして、各ピクチャの割り当てビット量targetが計算されるが、素材の中に極端に難しい(各GOPごとの符号化難易度の和gop diffの値が大き

\*ハードディスク装置17上のアドレスを計算し(ステップS208)、更に、この計算したアドレスと割り当てビット量targetとを順次記述して、ビデオエンコーダ22用のコントロールファイルCTL fileを作成し(ステップS209)、ビット配分計算の処理を終了し、ビデオエンコード装置11の動作は、図4におけるステップS104へ進む。

【0050】以下、ステップS207における割り当てビット量targetの計算方法の一例について説明する。この例では、まず、スーパーバイザ18より与えられたビット総量QTY BYTESと最大ビットレートMAXRATEとに基づいて、次の式(1)により、最大ビットレート以下になるように制限を加えた総ビット量USB BYTESを求める。

【0051】

$$\text{USB BYTES} = \min(\text{QTY BYTES}, \text{MAXRATE} \times \text{KT} \times \text{total frame number}) \dots (1)$$

※rgetとを交換する関数の一例を示したものである。この例では、Yをgop target、Xをgop diffとして、 $Y = A \times X + B$ という評価関数を用いている。この評価関数を用いて、割り当てビット量targetを以下のようにして求める。

【0056】まず、次の式(3)により、全てのピクチャの符号化難易度の総和DIFFICULTYSUMを求める。なお、difficultyは、各ピクチャの符号化難易度である。

$$\text{DIFFICULTY SUM} = \sum \text{difficulty} \dots (3)$$

【0058】ここで、評価関数 $Y = A \times X + B$ より、次の式(4)が成り立つ。

$$\sum Y = A \times \sum X + B \times n \dots (4)$$

【0060】ここで、 $\sum Y = \text{SUPPLY BYTES}$ 、 $\sum X = \text{DIFFICULTY SUM}$ であり、nはGOPの総数である。また、Bを、GOP単位のビット割り当て量の最小値gop minbytesとする。

【0061】従って、式(4)により、Aは次の式(5)で表される。

【0062】

★ット割り当て量gop targetを、各GOP内で各ピクチャの符号化難易度に応じて配分する。GOP内での各ピクチャへのビット配分を符号化難易度の大きさに比例させた場合には、各ピクチャの割り当てビット量targetは、次の式(7)により求められる。

【0067】

$$\text{target}(k) = \text{gop target} \times \text{difficulty}(k) / \text{gop diff} \dots (7)$$

くなる)ピクチャがあると、GOP単位のビット割り当て量gop targetの値が非常に大きくなり、オーサリング装置において許容されている最大ビットレートMAXRATEを越えてしまうため、GOP単位のビット割り当て量gop targetには、図7に示したように、GOP単位のビット割り当て量の最大値gop maxbytesといった固定値で制限をかける必要がある。また、割り当てビット量target

の最小値は、前述のgop minbytesによって制限される。

【0070】 以上のようにして求められた各ピクチャの割り当てビット量targetは、更に、次のようにして修正される。すなわち、MPEG2規格でビデオデータを符号化するときには、デコーダ(復号化装置)における入力バッファに対応する仮想的なバッファのバッファ残量を考慮しながらビット配分をすることが義務づけられている。この仮想的なバッファの残量の計算をVBV (Video buffering verifier) という。また、この仮想的なバッファをVBVバッファともいう。ここで、図9を参

$$\text{Occupancy up}(0) = \text{VBVMAX} \times 2 / 3 \quad \dots (8)$$

$$\text{Occupancy down}(k) = \text{Occupancy up}(k) - \text{target}(k) \quad \dots (9)$$

【0072】 このバッファには、デコーダ側のピックアップから、ビデオデータのデータ量に応じたビットレート(データ量SYSTEM SUPPLY)が蓄積される。ここで、データ量SYSTEM SUPPLYは次の式(10)で表される。

【0073】

$$\text{SYSTEM SUPPLY} = \text{MAXRATE} \times \text{TW} \quad \dots (10)$$

【0074】 なお、TWは、ピクチャの周期であり、NT※

$$\text{Occupancy up}(k+1) = \text{Occupancy down}(k) + \text{SYSTEM SUPPLY} \quad \dots (11)$$

【0077】 この供給されるデータ量SYSTEM SUPPLYは、図9において、Occupancy down(k)とOccupancy up(k+1)との間の変化量に相当する。従って、供給されるデータのビットレートが大きいほど、Occupancy down(k)からOccupancy up(k+1)への変化の傾きは大きくなり、バッファにデータが蓄積されやすくなる。バッファが飽和状態となった場合には、ピックアップからバッファへの供給が停止するため、バッファのオーバーフローに関しては考慮する必要はない。これは、バッファ残量の任意の設定値に厳密に制御する必要はなく、任意の設定値以上になるように制御すればよいことを意味している。

【0078】 一方、各ピクチャのデータ量が大きい場合、バッファに蓄積されたデータは大きく減少する。従って、バッファ残量が一定値以下にならないように割り当てビット量targetを修正する必要がある。

【0079】 ここで、図10および図11を参照して、上述のようなVBVの制限による割り当てビット量targetの修正処理について説明する。図10(a)は、前述の評価関数とGOP単位のビット割り当て量の最大値gop maxbytesの制限を考慮して求めた割り当てビット量target、すなわち、式(7)によって求めた割り当てビッ★

$$r = (\text{Occ start} - \text{VBVMIN}) / (\text{VBVSTART} - \text{Occ min}) \quad \dots (12)$$

【0082】 次に、この調整量rを用いて、次の式(13)により、修正後の割り当てビット量targetを求める。

【0083】

$$\text{target}(j) = \text{target}'(j) \times r \quad \dots (13)$$

【0084】 ただし、target'は、修正前の割り当てビット量を表している。また、jは、kstart ≤ j ≤ k であ

\*照して、VBVの計算方法について説明する。DVDの場合、バッファサイズVBVMAX(例えば1.75Mbits)に対して、k番目のピクチャにおけるバッファのスタート点をOccupancy up(k)、k番目のピクチャの割り当てビット量をtarget(k)とすると、ピクチャ再生のためにビットを供給した後のバッファ残量Occupancy down(k)は以下の式(9)で表される。なお、バッファのスタート点の初期値Occupancy up(0)は例えば式(8)で表される固定値とする。

【0071】

※SC方式の場合は1/29.97、PAL方式の場合は1/25である。

【0075】 このデータ量SYSTEM SUPPLYが供給された後のバッファ残量Occupancy up(k+1)は次の式(11)で表される。

【0076】

★ト量targetの一例を示し、図10(b)は、図10

(a)に対応するVBVバッファ残量の変化を示している。なお、図中、VBVMAXはVBVバッファ残量の上限值、VBVMINはVBVバッファ残量の下限值である。この例では、第1番目、第4番目、第7番目のピクチャで、VBVバッファ残量は下限値VBVMINを下回っている。従って、このままでは、デコーダ側において、連続したビデオデータの再生が一時途切れるおそれがある。

【0080】 そこで、VBVの制限による割り当てビット量の修正処理では、下限値VBVMINを下回ったピクチャを含むGOPの割り当てビット量を削減する。具体的には、まず、GOP内でVBVバッファ残量による制限を加える前の割り当てビット量を用いてVBV計算を実行したときのバッファ残量の最小値をOcc Minとして、調整量rを、次の式(12)によって求める。なお、制限を行うスタート点kstartは、Occupancy up(k)が基準値VBVLINE(例えばVBVMAXの4分の3)以上となるときのkの値で、このときのOccupancy up(k)の値をOcc startとする。また、VBVSTARTは、Occupancy up(0)となる固定値である。

【0081】 Occ Min < VBVMINのとき

る。

【0085】 図11(a)は、式(13)に従って、VBVの制限による割り当てビット量の修正処理を行った後の割り当てビット量targetの一例を示し、図11

(b)は、図11(a)に対応するVBVバッファ残量の変化を示している。このように、VBVの制限による割り当てビット量の修正処理を行うことによって、図1

1 (b) に示した調整区間 ( $k_{start} \leq j \leq k$  の区間) RCにおいて、VBVバッファ残量は下限値VBVMINを上回らなくなる。

【0086】このようにして求められた割り当てビット量targetを用いて作成されたコントロールファイルCTL fileに基づいて、エンコーダコントロール部26よりビデオエンコーダ22の量子化インデックス決定部43に割り当てビット量の情報 $S_4$ を与えて、ビデオエンコーダ22において符号化処理を行うことにより、素材の画像の難しさに応じた可変ビットレートの符号化が実行される。

【0087】次に、図5におけるステップS205のピクチャタイプの変更処理について詳しく説明する。なお、以下の説明では、次のような記号を用いる。

【0088】1. gen bit (k)

予備的な符号化によって測定されたk番目のフレームの符号化難易度の値であり、この値が大きいほど画像が難しいことを表す。なお、kは0以上k<sub>end</sub> (GOPの最後のk) 以下の値とする。

2. i bits (j)

\*20

pict rate = gen bit (k) / i bits (j) ... (15)

【0092】7. total gop nb

GOPの総数である。

8. gop start (k)

k番目のフレームがGOPの先頭である場合は1とし、それ以外は0となる。

9. p type (k)

k番目のフレームのピクチャタイプ (I, B, P) を表す。

10. B AVR LIMIT

符号化難易度が所定の条件を満たすか否かの判断のためのb rateに対する規定値であり、本発明における第1の所定値に対応するものである。ここでは、一例として、B AVR LIMIT = 55とする。

11. BP CHG LIMIT

符号化難易度が所定の条件を満たすか否かの判断のためのpict rate に対する規定値であり、本発明における第2の所定値に対応するものである。ここでは、一例として、BP CHG LIMIT = 65とする。

12. DIFF LIMIT

符号化難易度が所定の条件を満たすか否かの判断のためのgen bit に対する規定値であり、本発明における第3の所定値に対応するものである。ここでは、一例として、DIFF LIMIT = 3000とする。

【0093】次に、図12の流れ図を参照して、図5におけるステップS205のピクチャタイプの変更処理について具体的に説明する。なお、ビデオエンコーダ制御装置24では、ピクチャタイプの変更処理が開始される時点で既に各GOPのb rateおよびpict rate は算出されているものとする。ピクチャタイプの変更処理では、

\* j 番目のGOP内のIピクチャの符号化難易度の値を表す。

3. b bits (j)

j 番目のGOP内のBピクチャの符号化難易度の値の和を表す。

4. b nb (j)

j 番目のGOP内のBピクチャの数を表す。

5. b rate (j)

j 番目のGOPのBピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率を表し、次の式 (14) により求められる。なお、jは1以上で、GOPの総数total gop nb以下の値とする。

【0089】

b rate = b bits / b nb / i bits ... (14)

【0090】6. pict rate (k)

k番目のフレームのピクチャの符号化難易度とそのフレームが属するGOPのIピクチャの符号化難易度の比率を表し、次の式 (15) により求められる。

【0091】

まず、ビデオエンコーダ制御装置24のビット配分部25は、初期設定値としてjおよびkの値を0とする (ステップS301)。次に、ビット配分部25は、gop start (k) の値が1か否かを判断することにより、k番目のフレームがGOPの先頭か否かを判断する (ステップS302)。

【0094】gop start (k) が1、すなわちk番目のフレームがGOPの先頭である場合 (ステップS302; Y) には、j+1を新たなjとすると共に、変数kkをkとし (ステップS303)、j番目のGOPのb rate (j) がB AVR LIMIT を越えているか否かを判断する (ステップS304)。b rateがB AVR LIMIT を越えている場合 (ステップS304; Y) は、kk番目のフレームのピクチャタイプp type (kk) がBピクチャであり、且つkk番目のフレームのpict rate (kk) がBP CHG LIMITを越えており、且つkk番目のフレームのgen bit (kk) がDIFF LIMITを越えているか否かを判断する (ステップS305)。kk番目のフレームがBピクチャで、且つpict rate (kk) がBP CHG LIMITを越えており、且つgen bit (kk) がDIFF LIMITを越えている場合 (ステップS305; Y) は、ピクチャタイプをBピクチャからPピクチャに変更し (ステップS306)、kk+1を新たなkkとし (ステップS307)、gop start (kk) の値が1、すなわちkk番目のフレームがGOPの先頭であるか、あるいはkkがk<sub>end</sub>を越えているか否かを判断する (ステップS308)。

【0095】kk番目のフレームがGOPの先頭ではなく、且つkkがk<sub>end</sub>を越えていない場合 (ステップS3

08; N) は、ステップS304に戻り、新たなkk番目のフレームについて、ステップS304ないしステップS308の処理を実行する。

【0096】kk番目のフレームがGOPの先頭であるか、あるいはkkがkendを越えている場合(ステップS308; Y)は、k+1を新たなkとして(ステップS309)、kがkendを越えているか否かを判断する(ステップS310)。kがkendを越えている、すなわち最後のGOPまで処理を行った場合(ステップS310; Y)、ピクチャタイプの変更の処理を終了する。kがkendを越えていない場合(ステップS310; N)は、ステップS302に戻り、次のGOPについて、ステップS302ないしステップS310の処理を実行する。

【0097】ステップS302において、gop start (k) が1ではない、すなわちk番目のフレームがGOPの先頭ではない場合(N)、およびステップS304において、b rate (j) がB AVR LIMIT を越えていない場合(N)は、ステップS309に進む。また、ステップS305において、kk番目のフレームがBピクチャではない、あるいはpict rate (kk) がBP CHG LIMIT を越えていない、あるいはgen bit (kk) がDIFF LIMIT を越えていない場合(N)は、ステップS307に進む。

【0098】以上のようなピクチャタイプの変更処理を簡単に言うと、GOP内のBピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率b rateによって、Bピクチャによる予測が難しい区間を検出し、その区間内のBピクチャのうち、そのピクチャの符号化難易度とそのピクチャが属するGOPのIピクチャの符号化難易度の比率pict rate が規定値BP CHG LIMITを越え、且つそのピクチャの符号化難易度gen bit が規定値DIFF LIMITを越えたものについて、ピクチャタイプを、予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャであるPピクチャに変更するというものである。このような処理により、動きベクトルデータのデータ量を減少させることができ、その結果、限られた割り当てデータ量の中で、実際のDCT係数に関わる符号化データのデータ量を増加させて、画質を改善させることができる。

【0099】図13は、ピクチャタイプの変更処理の具体例を示したものである。図13(a)は、予備的な符号化によって測定された符号化難易度gen bit を表示順に示したものである。なお、図13(a)には、gop start を併記している。図13(b)は、図13(a)で示した符号化難易度に対して、GOP内のBピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率b rateを表したものである。このb rateが、規定値B AVR LIMIT を越えた区間TCがピクチャタイプの変更対象区間となる。図13(c)は、図13(a)と同様に符号化難易度gen bit を表示順に示すと共に、変更対象区間TC内のBピクチャのうち、ピクチャタイプの変更

処理によってPピクチャに変更したものを丸印を付して示したものである。

【0100】図14は、時間的、空間的な相関が少ない素材を、本実施の形態に係る画像符号化装置(ビデオエンコード装置11)および画像符号化方法によって符号化した場合のb rateを表したものである。図中、縦軸はb rate、横軸はフレーム番号(Frame nb)  $\times 10^3$  すなわち時間を表している。平均的な素材では、b rateの値は25程度になるが、このように相関が少ない素材では、極端にb rateが大きくなる部分が存在する。本実施の形態では、極端にb rateが大きくなる範囲を、b rateと規定値B AVR LIMIT との比較によって検出し、この範囲について、ピクチャタイプの変更処理を行う。

【0101】図15は、図14で用いた素材に関して、本実施の形態におけるピクチャタイプの変更処理を施して符号化した場合と従来の方式で符号化した場合とで、GOP単位のフレーム毎の量子化ステップの平均値である平均量子化数Average Qを比較して表したものである。図中、縦軸は平均量子化数Average Q、横軸はフレーム番号(Frame nb)  $\times 10^3$  すなわち時間を表している。図中、実線が本実施の形態におけるピクチャタイプの変更処理を施して符号化した場合を表し、破線が従来の方式で符号化した場合を表している。同じビット量の割り当てに対して、平均量子化数Average Qが小さいということは、より細かい情報まで符号化されていることを意味し、これは符号化効率が良いことを示している。図15から、本実施の形態におけるピクチャタイプの変更処理を施して符号化した場合、従来の方式で符号化した場合に比べて、平均量子化数Average Qがかなり小さくなっていることが分かり、本実施の形態によって、画質を改善できることが分かる。

【0102】以上説明したように本実施の形態によれば、GOP内のBピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率b rateによって、Bピクチャによる予測が難しい区間を検出し、その区間内のBピクチャのうち、そのピクチャの符号化難易度とそのピクチャが属するGOPのIピクチャの符号化難易度の比率pict rate が規定値BP CHG LIMITを越え、且つそのピクチャの符号化難易度gen bit が規定値DIFF LIMITを越えたものについて、ピクチャタイプをPピクチャに変更するようにしたので、符号化する素材中の画像の時間的または空間的な相関が悪い部分における動きベクトルデータのデータ量を減少させることができ、その結果、限られた割り当てデータ量の中で、実際のDCT係数に関わる符号化データのデータ量を増加させて符号化効率を向上させ、画質を改善させることができる。

【0103】なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、例えば、実施の形態では、符号化難易度が所定の条件を満たすBピクチャをPピクチャに変更するようにしたが、符号化難易度が所定の条件を満たすBピクチャ

を、フレーム内符号化ピクチャであるIピクチャに変更するようにしてもよい。

【0104】また、例えば、b rate, pict rate, gen bit に関する条件を、Pピクチャへの変更用とIピクチャへの変更用の2種類設定し、b rate, pict rate, gen bit がPピクチャへの変更用の条件を満たす場合にはBピクチャをPピクチャに変更し、b rate, pict rate, gen bit がIピクチャへの変更用の条件を満たす場合にはBピクチャをIピクチャに変更するようにしてもよい。

【0105】更に、Pピクチャに関しても、実施の形態におけるBピクチャに関する条件と同様の条件を設定し、その条件を満たすPピクチャをIピクチャに変更するようにしてもよい。具体的には、例えば、GOP内のPピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率が第1の所定値を越える範囲を、Pピクチャによる予測が難しい区間として検出し、その区間内のPピクチャのうち、そのピクチャの符号化難易度とそのピクチャが属するGOPのIピクチャの符号化難易度の比率が第2の所定値を越え、且つそのピクチャの符号化難易度が第3の所定値を越えたものについて、ピクチャタイプをIピクチャに変更するようにしてもよい。

【0106】また、ピクチャタイプを変更するための符号化難易度の条件は、実施の形態で挙げた例に限らず、適宜に設定可能である。

【0107】また、本発明は、実施の形態で挙げた2パスエンコーディング方式で符号化を行うシステムに限らず、正式な符号化の直前に予備的な符号化を行って符号化難易度を測定できるシステムや、正式な符号化の前に予備的な符号化を行うことなく、入力ビデオデータに基づいて符号化難易度を測定できるシステム等、正式な符号化の前に符号化難易度を測定できるシステム全般について適用することができる。

【0108】また、符号化難易度は、実施の形態で挙げたように、予備的な符号化によって得られる符号化データと動きベクトルデータとを合わせたデータのデータ量に限らず、ピクチャの符号化の難易度を表すパラメータであればよく、例えば、予備的な符号化によって得られる符号化データと動きベクトルデータとを合わせたデータのデータ量に対する動きベクトルデータのデータ量の比率や、予備的な符号化によって得られる動きベクトルデータのみのデータ量等でもよい。

【0109】

【発明の効果】以上説明したように本発明の画像符号化装置または本発明の画像符号化方法によれば、入力画像データの符号化が行われる前に符号化難易度を取得し、この符号化難易度に基づいて、少なくとも1種類のフレーム間予測符号化ピクチャに関して、符号化難易度が所定の条件を満たすか否かを判断し、符号化難易度が所定の条件を満たす場合には、ピクチャタイプをフレーム内

符号化ピクチャまたは予測方向の数がより少ないフレーム間予測符号化ピクチャに変更させて、入力画像データを符号化するようにしたので、符号化する素材中の画像の時間的または空間的な相関が悪い部分における符号化効率を向上させて、限られた割り当て符号量に対して、画質を改善することが可能となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る画像符号化装置としてのビデオエンコード装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る画像符号化装置としてのビデオエンコード装置を含むDVD用のオーサリング装置の構成を示すブロック図である。

【図3】図1におけるビデオエンコーダの構成の一例を示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施の形態に係る画像符号化装置としてのビデオエンコード装置の動作を示す流れ図である。

【図5】図4におけるビット配分計算処理の詳細を説明するための流れ図である。

【図6】図5におけるシーンチェンジ検出および処理を説明するための説明図である。

【図7】図5におけるチャプタ処理を説明するための説明図である。

【図8】図5における割り当てビット量の計算処理に用いる評価関数を示す説明図である。

【図9】図5における割り当てビット量の計算処理に用いるVBVの計算方法を説明するための説明図である。

【図10】図5における割り当てビット量の計算処理中のVBVの制限による割り当てビット量の修正処理について説明するための説明図である。

【図11】図5における割り当てビット量の計算処理中のVBVの制限による割り当てビット量の修正処理について説明するための説明図である。

【図12】図5におけるピクチャタイプの変更処理を説明するための流れ図である。

【図13】図12に示したピクチャタイプの変更処理の具体例を示す説明図である。

【図14】時間的、空間的な相関が少ない素材を本発明の一実施の形態によって符号化した場合におけるBピクチャの符号化難易度の平均値とIピクチャの符号化難易度の比率の一例を示す説明図である。

【図15】図14で用いた素材に関して、本発明の一実施の形態におけるピクチャタイプの変更処理を施して符号化した場合と従来の方式で符号化した場合とで平均量子化数を比較して表した説明図である。

【図16】GOPの構造を説明するための説明図である。

【符号の説明】

11…ビデオエンコード装置、18…スーパーバイザ、2

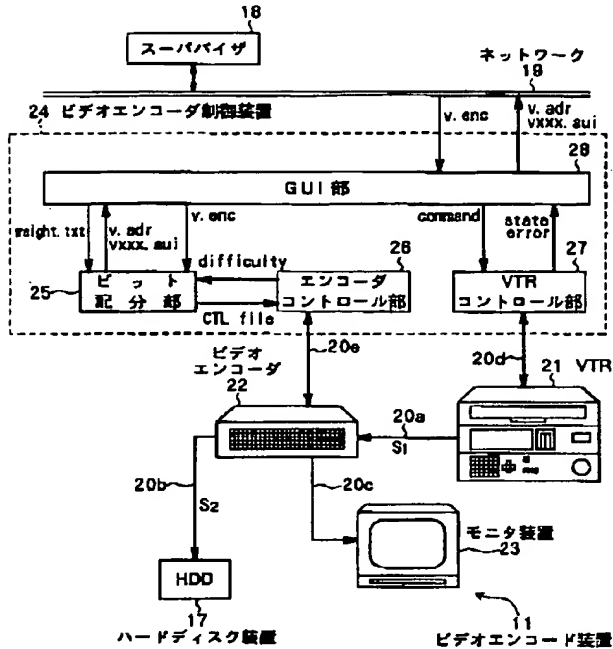
25

26

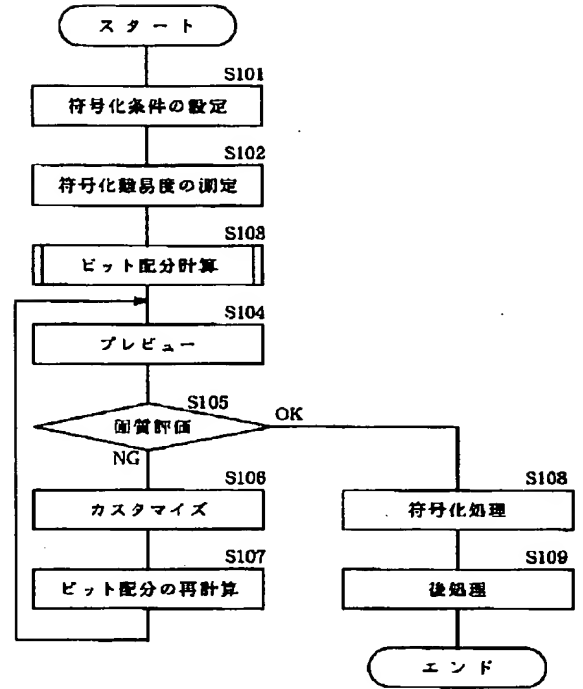
2…ビデオエンコーダ、24…ビデオエンコーダ制御装置、25…ビット配分部、26…エンコーダコントロー

ル部、27…VTRコントロール部、28…GUI部。

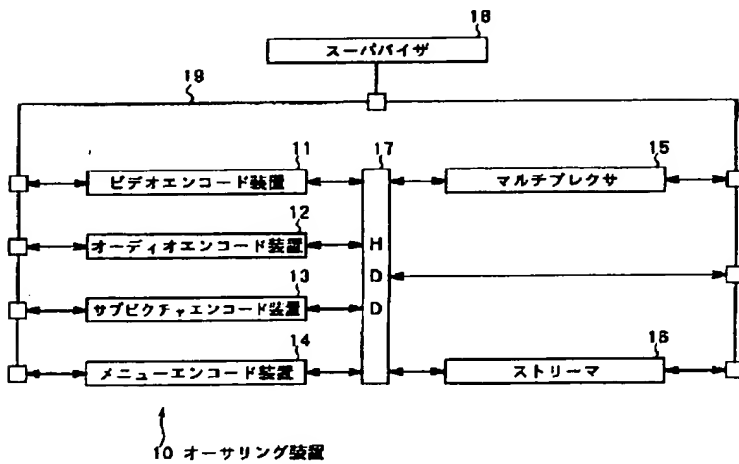
【図1】



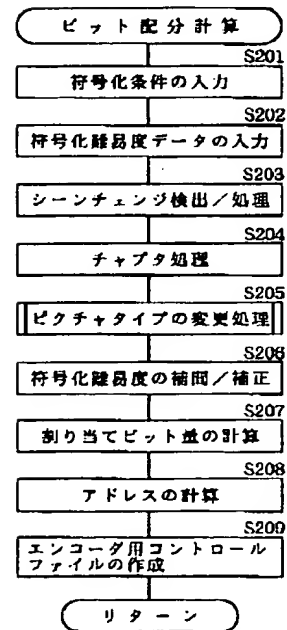
【図4】



【図2】

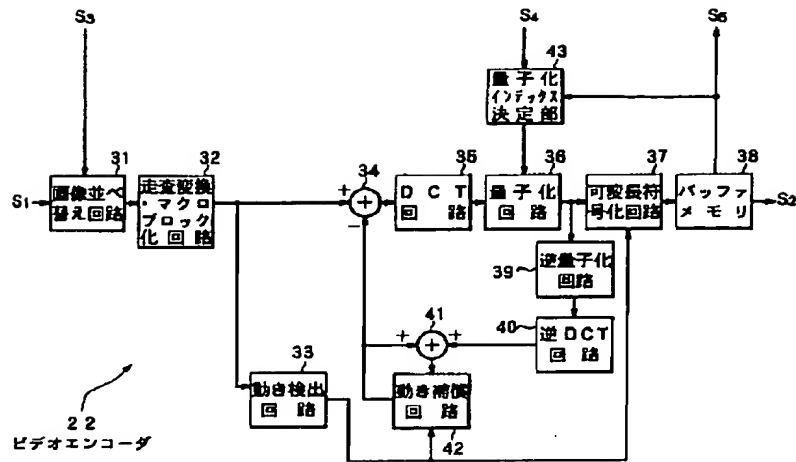


【図5】

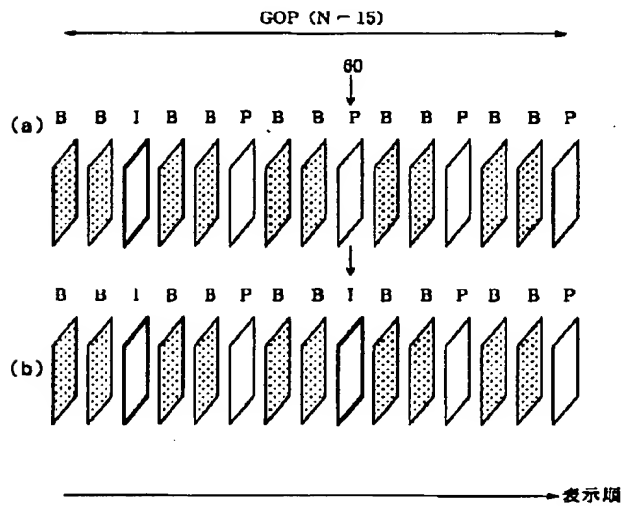




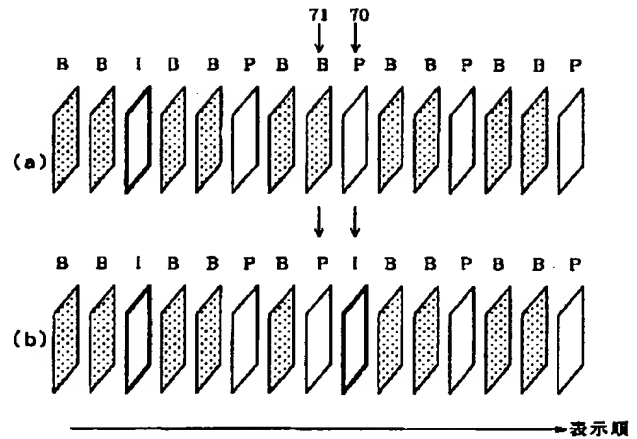
【図3】



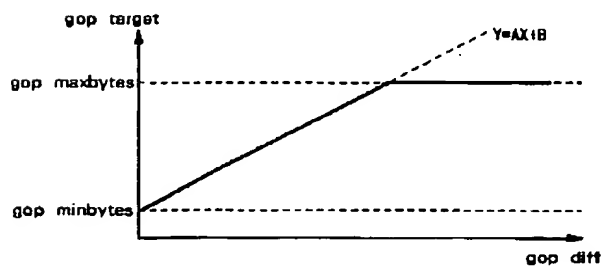
【図6】



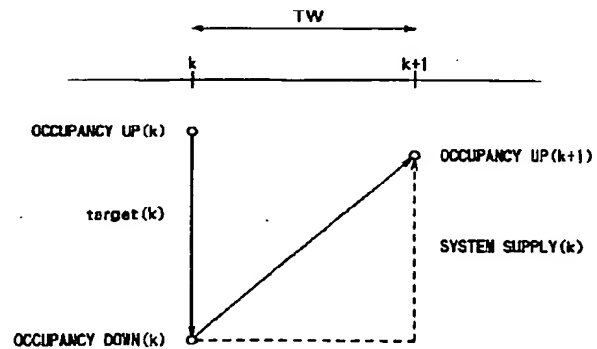
【図7】



【図8】

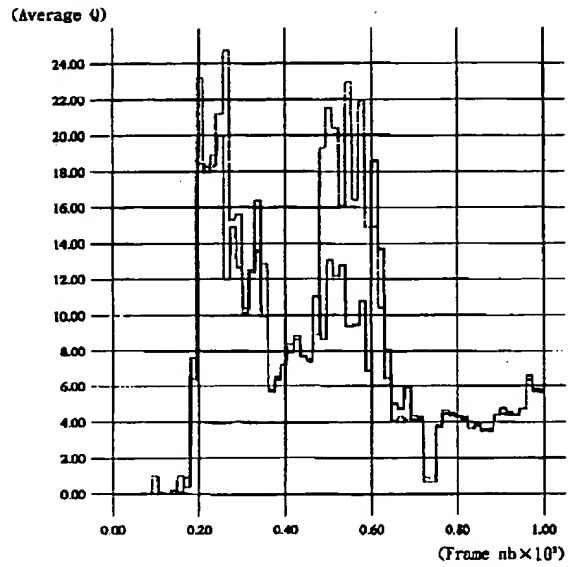


【図9】





【図15】



【図16】

